



Г.Н. Левинская

**СОСТАВЛЕНИЕ ПЛАНА РАСКРОЯ
И ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА
ЛЕСОПИЛЬНОГО ЦЕХА**

Екатеринбург
2012

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет»

Кафедра механической обработки древесины

Г. Н. Левинская

СОСТАВЛЕНИЕ ПЛАНА РАСКРОЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА ЛЕСОПИЛЬНОГО ЦЕХА

Методические указания
к выполнению курсового проекта
для студентов заочной формы обучения
направления 250400
«Технология лесозаготовительных
и деревоперерабатывающих производств»
по дисциплине
«Технология лесопильно-деревообрабатывающих производств»

Екатеринбург
2012

Печатается по рекомендации методической комиссии факультета МТД.
Протокол № 1 от 30.09.2011 г.

Рецензент – канд. техн. наук, доцент О.Н. Чернышев

Редактор К.В. Корнева
Оператор компьютерной верстки Т.В. Упорова

Подписано в печать 31.05.12		Поз. 84
Плоская печать	Формат 60×84 1/16	Тираж 50 экз.
Заказ №	Печ. л. 3,02	Цена 14 руб. 92 коп.

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

Введение

Промышленная переработка древесины в различные изделия начинается в лесопильных цехах с распиловки круглых лесоматериалов (бревен) на брусья, доски и бруски. Основной задачей лесопиления является рациональное использование всего пиловочного сырья на требуемую пилопродукцию с наименьшим образованием отходов, к которым относятся горбыли, рейки, отрезки от досок и опилки. Сократить потери древесины в отходы при выпуске основной продукции (пиломатериалов) позволит правильная организация технологического процесса лесопильного производства, включающая сортировку бревен по диаметрам перед раскромом и дальнейшую их подачу в распиловку по установленным поставам, правильную ориентацию бревен перед головным оборудованием в зависимости от формы и качества круглых лесоматериалов, точную обрезку кромок досок на обрезном станке и рациональную торцовку при формировании длины доски. Кроме того, большое значение имеет обоснованно выбранный способ раскромки в зависимости от размеров бревен по диаметру, размеров пилопродукции и требований, предъявляемых к ней, а также тип оборудования (лесопильные рамы, ленточнопильные или круглопильные станки, фрезернопильные агрегаты) и характеристики применяемого инструмента (толщина пил, шаг зубьев и величина развода или плющения).

Все эти и другие вопросы должны быть изучены студентами, прежде всего, по специальной литературе по лесопильно-деревообрабатывающему производству, а также во время лекционных и практических занятий по одноименному курсу.

В данных методических указаниях показана методика и пример выбора способа распиловки и расчета поставов к плану раскромки, который является заключительным документом для обоснования рациональной переработки сырья в технологическом потоке лесопильного производства, предварительно спланированном по составу оборудования, а также приводятся основные положения по расчету производительности и количества станков в проектируемом производственном процессе лесопиления.

Производственные процессы по рациональной и комплексной переработке сырья разрабатываются в проекте на основе исходных данных, включающих:

- размеры и объем перерабатываемых круглых лесоматериалов, представленных в спецификации сырья;
- размеры, объем и назначение вырабатываемой пилопродукции, приведенные в спецификации пиломатериалов;
- рекомендуемые способы распиловки бревен;
- направление использования отходов;
- особые условия переработки древесины.

Курсовой проект (работа) состоит из пояснительной записки и графической части. Пояснительная записка включает следующие разделы:

- содержание;
- введение;
- составление спецификаций сырья и пиломатериалов по варианту задания;
- анализ возможности выполнения спецификации пиломатериалов из спецификации сырья;
- выбор способа раскроя бревен на пиломатериалы в соответствии с размерами бревен и пиломатериалов;
- составление и расчет поставов;
- составление плана раскроя;
- расчет баланса раскроя бревен;
- расчет производительности и количества оборудования в технологическом потоке производства пиломатериалов;
- расчет производительности и количества оборудования для переработки отходов и окорки бревен;
- описание производственного процесса по выпуску пиломатериалов, удалению и переработке отходов;
- список использованной литературы.

Расчетно-пояснительная записка должна быть изложена кратко и четко, литературным языком, с соблюдением терминологии используемой в научно-технической литературе и правил оформления документации на формате А4.

Графическая часть проекта состоит из плана второго этажа лесопильного цеха, выполняемого в масштабе 1:100 на формате А1. Вначале рекомендуется сделать на миллиметровой бумаге компоновку оборудования, которая представляет собой упрощенный вариант плана, затем, после согласования с руководителем, ее следует перенести на чертежный лист. На чертеже должно быть представлено все технологическое и транспортное оборудование цеха, объединенное в непрерывный технологический поток. На плане должно четко прослеживаться движение раскраиваемого материала по технологическим этапам переработки, а также вынос отходов от технологического оборудования производства (мелких – сыпучих и кусковых).

Графически здание проектируемого цеха должно быть выполнено в соответствии с требованиями строительного дела. На чертеже необходимо указать габаритные размеры здания, лестничные клетки, окна, двери, вьезды.

В правом нижнем углу чертежа располагают основную надпись. Спецификация оборудования должна размещаться на листе чертежа над основной надписью или рядом с ней.

1. Исходные данные к курсовому проекту (работе)

Выбор варианта задания осуществляется в соответствии с двумя последними цифрами номера зачетной книжки, по таблице 1.1.

Таблица 1.1

Вариант курсового проекта (работы)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Две последних цифры номера зачетной книжки студента																			
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00

Исходными данными для составления плана раскроя сырья на основе подбора и расчета поставов являются задание по размерам и объему сырья (табл. 1.2) и задание по выработке пиломатериалов определенных размеров и объемов (табл. 1.3).

Порода: ель, сосна, пихта.

Исходными данными для расчета производительности и количества оборудования в технологическом потоке являются: спецификация сырья (см. табл. 1.2); ведомость расчета поставов (табл. 2.4); план раскроя пиловочного сырья (табл. 2.5); тип и модель головного оборудования по выбору студента.

Таблица 1.2

Ведомость размеров и объемов сырья в задании по вариантам

Диаметры бревен, см	Номер варианта																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Объем сырья, тыс. м ³																			
16	6	–	7	–	14	4	1	8	–	10	–	–	–	–	5	–	8	–	–	5
18	–	4	–	9	–	11	3	–	12	21	13	4	–	4	–	–	–	12	–	23
20	14	–	14	–	27	–	–	15	–	–	–	–	5	–	12	11	–	–	17	–
22	–	12	–	41	–	13	10	–	12	16	17	5	–	8	–	–	12	16	–	23
24	21	–	20	–	20	–	3	20	14	–	–	–	11	–	14	15	–	14	12	–
26	–	15	–	17	–	12	–	–	–	10	19	6	–	9	–	–	18	–	17	–
28	4	–	18	–	16	–	6	10	7	–	13	5	6	–	14	13	–	8	–	15
30	–	9	–	8	–	8	–	–	–	7	–	–	–	10	–	–	18	–	17	–
32	8	–	9	–	9	–	6	7	9	–	5	6	6	–	9	22	–	18	–	18
34	–	6	–	5	–	4	13	–	–	6	–	–	–	5	–	–	14	–	14	–
36	2	–	4	–	4	–	–	5	–	–	–	4	8	–	15	13	–	8	–	16
38	–	4	–	–	–	–	–	–	6	–	5	–	–	5	–	–	11	–	17	–
40	–	–	3	–	–	2	–	–	–	–	–	–	9	–	–	11	–	–	–	–
Итого ₃ тыс. м ³	55	50	75	75	90	54	42	65	60	70	72	30	45	40	69	85	81	76	94	100
Длина бревен, м	4.0	5.0	6.0	4.5	5.5	6.0	4.0	5.0	6.0	4.5	5.5	6.0	4.0	5.0	6.0	4.5	5.6	6.0	4.0	5.0

Таблица 1.3

Ведомость размеров и объемов пиломатериалов в задании по вариантам

Размеры пиломатериалов, мм		Номер варианта																			
Толщина	Ширина	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
		Объем пиломатериалов, тыс. м ³																			
275	100	1,5	–	–	–	–	–	–	2,0	–	–	–	–	–	1,4	–	–	3,8	–	–	–
	50	–	–	2,0	–	–	1,0	–	–	1,9	–	–	–	3,6	–	–	5,8	–	–	8,7	–
	40	–	–	–	–	1,8	–	–	–	–	–	1,3	–	–	1,4	–	–	–	–	–	–
250	75	–	2,5	–	5,1	–	–	–	–	1,9	–	–	3,0	1,4	–	–	–	–	3,8	–	–
	50	–	–	3,0	–	–	–	2,6	–	–	–	–	–	–	3,5	–	8,7	2,6	1,3	–	7,6
	32	–	–	–	1,3	–	–	–	–	–	–	–	–	0,7	–	7,4	–	–	–	2,9	–
225	75	4,0	–	–	–	6,0	–	–	6,0	–	0,7	–	–	–	–	–	10	–	–	–	–
	60	–	1,0	1,0	–	–	–	1,0	–	0,9	–	–	2,0	–	–	–	–	6,2	–	4,4	–
	40	–	2,0	–	–	–	–	–	–	–	–	3,6	–	–	–	5,3	–	–	9,8	–	10,6
200	60	–	–	3,0	5,1	–	2,5	1,3	–	–	–	–	1,0	–	3,5	–	–	–	4,8	–	–
	40	–	–	–	–	4,5	–	–	1,0	3,8	–	–	–	5,7	–	–	–	2,6	–	10	–
	32	–	–	1,0	2,5	–	1,0	–	–	–	–	–	–	–	–	4,5	–	–	–	–	–
175	75	4,0	–	–	–	3,0	–	–	–	–	5,7	–	3,5	–	–	–	–	–	–	–	6,0
	50	–	1,5	4,0	2,5	–	4,0	1,3	3,0	2,8	–	9,3	–	2,1	5,6	–	4,2	6,2	–	5,8	4,6
	40	3,0	2,0	–	–	3,0	3,4	1,0	–	–	–	–	–	–	–	8,4	–	–	–	–	–

Размеры пиломатериалов, мм		Номер варианта																			
Толщина	Ширина	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
		Объем пиломатериалов, тыс. м ³																			
150	50	–	–	7,0	10	–	–	5,0	5,0	–	10,5	6,9	–	–	4,2	–	11,6	3,8	6,1	–	–
	40	8,0	5,0	–	–	9,0	7,4	–	–	7,7	–	–	1,5	–	–	3,1	–	–	–	2,9	–
	25	–	1,0	3,0	2,5	3,1	–	–	4,0	–	5,3	4,6	–	2,8	–	–	–	2,6	3,6	–	–
125	50	3,0	–	8,0	5,1	–	5,0	1,2	–	2,8	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	7,6
	40	–	4,0	–	–	4,5	–	–	–	–	6,3	–	2,5	–	–	3,1	–	7,6	–	5,6	–
	25	3,0	–	3,0	1,3	–	2,6	3,2	5,0	1,9	–	5,8	–	3,6	2,0	–	4,2	–	–	–	3,0
100	50	–	–	–	1,3	–	–	–	–	0,9	–	–	1,5	–	–	–	–	–	–	–	–
	32	1,5	1,5	–	–	–	1,5	–	–	–	4,2	–	–	–	–	–	–	–	3,6	–	–
	25	–	1,5	4,0	5,0	6,0	–	3,0	2,0	–	–	–	2,0	–	–	2,1	–	6,2	2,4	2,9	3,0
75	25	–	–	–	–	–	–	1,2	–	5,7	–	–	–	–	–	3,1	–	–	–	8,7	–
	22	1,5	4,0	1,0	2,5	3,1	2,0	–	4,0	–	3,1	3,6	–	2,8	–	–	1,3	–	6,0	–	6,0
	19	–	2,0	–	–	4,5	–	2,6	–	2,8	–	–	1,5	–	1,4	–	–	3,8	–	–	–
Разно- ширин- ные доски (Р.ІІІ)	25	–	–	–	–	–	–	–	2,0	–	–	4,6	–	–	–	–	–	–	2,4	–	4,6
	22	–	1,0	3,0	–	3,0	–	1,6	–	–	3,1	–	0,5	1,4	2,0	4,2	–	2,6	–	2,9	–
	19	1,5	–	–	3,8	–	1,6	–	4,0	1,9	2,1	2,3	–	2,1	–	–	4,2	–	1,2	–	6,0
Итого, тыс. м ³		32	29	43	48	53	32	25	38	35	41	42	19	27	25	41	50	48	45	55	59

2. Методические указания по выполнению курсового проекта (работы)

2.1. Составление спецификаций сырья и пиломатериалов

Спецификация сырья составляется на основе размеров и объемов бревен, указанных в таблице 2.1.

Объем одного бревна определяется по приложению 1 в зависимости от диаметра бревна и его длины. Количество бревен определяется делением объема сырья в годовой программе на объем одного бревна.

Объем сырья в годовой программе принимается по таблице 1.2.

Таблица 2.1

Спецификация пиловочного сырья

Диаметр бревен, см	Длина бревен, м	Объем в годовой программе, м ³	Объем одного бревна, м ³	Количество бревен в партии данного диаметра, шт.
14	4,5	2450	0,084	29167
16	4,5	3675	0,11	33409
20	4,5	7350	0,17	43235
24	4,5	6125	0,24	25520
28	4,5	4900	0,33	14848
Итого	—	24500	—	146179

Примечание. Пример приведенных спецификаций и дальнейший расчет плана раскроя не связан с вариантами выше указанных заданий.

По спецификации сырья определяется средний диаметр вершинных торцов бревен, см:

$$d_{cp} = \sqrt{\frac{d_1^2 m_1 + \dots + d_n^2 m_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n}},$$

где d_1, \dots, d_n – диаметры вершинных торцов бревен, см;

m_1, m_2, \dots, m_n – количества бревен, соответствующих указанным диаметрам торцов, шт.

$$d_{cp} = \sqrt{\frac{14^2 \cdot 29167 + 16^2 \cdot 33409 + 20^2 \cdot 43235 + 24^2 \cdot 25520 + 28^2 \cdot 14848}{146179}} = 21,9 \text{ (см)}$$

Спецификация пиломатериалов (табл. 2.2) составляется на основе размеров и объемов досок, указанных в задании (табл. 1.3).

Объем пиломатериалов в годовой программе принимается по таблице 1.3. Объем одной доски определяется произведением толщины, ширины и длины пиломатериалов, выраженных в м³. При этом минимальная ширина разноширинных досок (р. ш.) для этого расчета принимается равной 100 мм, а минимальная длина разнотолщинных досок (р. д.) – 2,0 м. Количество досок в годовой программе определяется делением годового объема пиломатериалов на объем одной доски.

Таблица 2.2

Спецификация пиломатериалов

Размеры досок, мм		Длина доски, м	Объем одной доски, м ³	Объем пиломатериалов в годовой программе, м ³	Количество досок в годовой программе, шт.
Толщина	Ширина				
50	175	4,5	0,03938	3000	76181
32	150	4,5	0,0216	2250	104167
32	125	4,5	0,018	2250	125000
25	125	4,5	0,01406	1500	106686
25	100	4,5	0,01125	1500	133333
25	Р.ш.	Р.д.	0,005	3750	750000
19	Р.ш.	Р.д.	0,0038	750	197368
Итого	–	–	–	15000	1492735

По спецификации пиломатериалов определяется средняя ширина досок, мм:

$$b_{cp} = \frac{Q_{\text{пм}}}{\frac{Q_1}{b_1} + \frac{Q_2}{b_2} + \frac{Q_3}{b_3} + \dots + \frac{Q_n}{b_n}},$$

где $b_1, b_2, b_3, \dots, b_n$ – ширины досок в спецификации пиломатериалов, мм;
 $Q_1, Q_2, Q_3, \dots, Q_n$ – объемы досок заданной ширины, м³;
 $Q_{\text{пм}}$ – общий объем пиломатериалов по спецификации (табл. 2.2), м³.

Ширину досок, относящихся к разряду разноширинных, в расчетах можно принять равной 100 мм.

$$b_{cp} = \frac{15000}{\frac{3000}{175} + \frac{2250}{150} + \frac{2250}{125} + \frac{1500}{125} + \frac{1500}{100} + \frac{3750}{100} + \frac{750}{100}} = 122,81 \text{ (мм)}$$

2.2. Анализ возможности выполнения спецификации пиломатериалов из сырья

Анализ проводится по двум показателям:

1. По объему пиломатериалов.

При усредненном объемном выходе 62 % объем заданного сырья должен соответствовать объему заданных пиломатериалов:

$$Q_{\text{пм}} \leq 0,62 Q_{\text{с}},$$

где $Q_{\text{пм}}$ – объем пиломатериалов по спецификации, м³,

$Q_{\text{с}}$ – объем сырья в годовой программе, м.

$$15000 \leq 0,62 \cdot 24500$$

$$15000 \leq 15190$$

Если условие выполнено, то объем пиловочных бревен достаточен для выполнения заданного объема пиломатериалов.

2. По размерам заданных сечений пиломатериалов должно быть справедливо неравенство:

$$b_{\text{ср}} \leq 10ad_{\text{ср}},$$

где a – коэффициент, зависящий от способа раскря:

для 100 %-й брусовки – 0,63;

для 50 %-й брусовки – 0,68;

для 100 %-го размера – 0,73.

$$122,81 \leq 10 \cdot 0,63 \cdot 23,7$$

$$122,81 \leq 149,31$$

Неравенство справедливо при распиловке сырья со 100 %-й брусовкой. Если неравенство несправедливо, то необходимо выбрать другой способ раскря бревна.

2.3. Выбор и обоснование способов раскря бревен

Выбор способа раскря обусловлен следующими показателями:

1. Для выработки обрезных пиломатериалов с преобладающим количеством толстых досок рациональным будет способ распиловки с брусовкой. При этом способе обеспечивается получение 50 % обрезных пиломатериалов, сформированных по сечению при раскря бруса, что повышает процент выхода спецификационных пиломатериалов.

2. Развальный способ раскря обычно применяют для выработки обрезных досок разной ширины (р. ш.) при распиловке бревен диаметрами 14–18 см и для получения необрезных пиломатериалов, предназначенных для дальнейшей распиловки на заготовки.

3. Способ раскря бревен должен обеспечить выполнение спецификации пиломатериалов по размерам из заданного сырья, как указано в разделе 2.2, пункт 2.

2.4. Составление и расчет поставов

Составление и расчет поставов выполняются в два этапа.

Первый этап – составление поставов – предусматривает выбор толщин досок, устанавливаемых в торец бревен разных диаметров; второй этап – расчет поставов – предусматривает определение ширин и длин досок и расчет объемного выхода пиломатериалов.

Составляя постав, следует наиболее полно использовать поперечное сечение бревна в торце, включая и зону сбega. Сбегом является увеличение диаметра от вершины к комлю на каждом метре длины бревен.

Так как в технологию раскря бревен закладывается в основном распиловка с брусковой, основой постава первого прохода (распиловка бревна) является брус, толщина которого обеспечит во втором проходе (распиловка бруса) получение досок спецификационной ширины. За пределами бруса подбор толщин досок определяется условиями спецификации пиломатериалов и соблюдением границ предельного охвата диаметра бревна поставом.

Постав второго прохода составляется исходя из следующих положений. В пределах пропиленной пласти бруса устанавливаются доски, толщины которых соответствуют данной ширине. За пределами пропиленной пласти бруса набираются тонкие доски в соответствии с требованиями спецификации, правилами составления поставов и соблюдения границ предельного охвата диаметра бревна поставом.

При составлении поставов следует учитывать, что в первую очередь должны вырабатываться наиболее крупные (ведущие) сечения пиломатериалов из бревен наиболее крупных диаметров.

После составления поставов проводится графоаналитический расчет ширин и длин досок. Для расчета используется график-квадрант.

Составленный постав записывается в таблице 2.3, в которой кроме постава и размеров досок указывается объем досок, полученных из одного бревна, и общий объем досок, полученный из бревен, указанных в спецификации сырья.

Таблица 2.3

Ведомость расчета поставок к плану раскроя

Номинальная толщина доски, мм	Количество досок в поставе, шт.	Расход ширины постав на одну доску, мм	Расстояние от оси поставы до наружной пласти, мм	Ширина доски, мм		Стандартная длина доски, м	Объем досок, м ³	
				расчетная	стандартная		из одного бревна	общий из партии бревен
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Постав № 1: $d = 28$ см, $L = 4,5$ м, $q = 0,33$ м ³ , $m = 14848$								
Первый проход								
175	1	179,4	89,7	222	—	—	—	—
25	2	29,4	119,1	142	125	4,5	0,02813	417,6
19	2	23,4	142,5	102,8	100	1,5	0,0057	84,6
Второй проход								
50	2	53,3	53,3	179,4	175	4,5	0,07875	1169,3
50	2	55,1	108,4	179,4	175	4,5	0,07875	1169,3
25	2	29,4	137,8	102,8	100	3,5	0,0175	259,8
Итого: 0,20883 $V = 63,3$ %								
Постав № 2: $d = 24$ см, $L = 4,5$ м, $q = 0,24$ м ³ , $m = 5596$								
Первый проход								
175	1	179,4	89,7	160	—	—	—	—
25	2	29,4	119,1	102,8	100	2,5	0,0125	70,0
Второй проход								
50	1	51,5	25,8	179,4	175	4,5	0,03938	220,4
50	2	55,1	80,9	179,4	175	4,5	0,07875	440,7
19	2	23,4	104,3	118	100	4,5	0,0171	95,7
19	2	23,4	127,7	102,8	100	1,0	0,0038	21,3
Итого: 0,15153 $V = 63,1$ %								
Постав № 3: $d = 24$ см, $L = 4,5$ м, $q = 0,24$ м ³ , $m = 19924$								
Первый проход								
150	1	153,9	77,0	184	—	—	—	—
19	2	23,4	100,4	130	125	4,5	0,02138	425,9
19	2	23,4	123,8	102,8	100	2,0	0,0076	151,4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Второй проход								
32	1	33,0	16,5	153,9	150	4,5	0,0216	430,4
32	2	36,6	50,1	153,9	150	4,5	0,0432	860,8
32	2	36,6	86,7	153,9	150	4,5	0,0432	860,8
25	2	29,4	116,1	102,9	100	3,0	0,015	298,9
Итого: 0,15198 $V = 63,3 \%$								
Постав № 4: $d = 20$ см, $L = 4,5$ м, $q = 0,17 \text{ м}^3$, $m = 1516$								
Первый проход								
150	1	153,9	77,0	128	—	—	—	—
25	2	29,4	106,4	102,9	100	1,5	0,0075	11,4
Второй проход								
32	1	33,0	16,5	153,9	150	4,5	0,0216	32,7
32	2	36,6	50,1	153,9	150	4,5	0,0432	65,4
25	2	29,4	79,5	120	125	4,5	0,0281	42,6
25	2	29,4	108,9	102,9	100	1,0	0,005	7,6
Итого: 0,1054 $V = 62 \%$								
Постав № 5: $d = 20$ см, $L = 4,5$ м, $q = 0,17 \text{ м}^3$, $m = 31250$								
Первый проход								
125	1	128,4	64,2	150	—	—	—	—
25	2	29,4	93,6	102,8	100	3,0	0,015	468,8
Второй проход								
32	2	34,8	34,8	128,4	125	4,5	0,036	1125
32	2	36,6	71,8	128,4	125	4,5	0,036	11258
25	2	29,4	100,8	102,8	100	2,0	0,01	312,5
Итого: 0,097 $V = 57,1 \%$								
Постав № 6: $d = 20$ см, $L = 4,5$ м, $q = 0,17 \text{ м}^3$, $m = 10469$								
Первый проход								
125	1	128,4	64,2	150	—	—	—	—
25	2	29,4	93,6	102,8	100	3,0	0,015	157,0
Второй проход								
25	1	25,8	12,9	128,4	125	4,5	0,01406	147,2
25	2	29,4	42,3	128,4	125	4,5	0,02813	294,4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
25	2	29,4	71,7	128,4	125	4,5	0,02813	294,4
25	2	29,4	101,1	102,8	100	2,0	0,01	104,7
Итого: 0,09532 $V = 56,1 \%$								
Постав № 7: $d = 16$ см, $L = 4,5$ м, $q = 0,11$ м ³ , $m = 18316$								
Первый проход								
125	1	128,4	64,2	100	–	–	–	–
Второй проход								
25	1	25,8	12,9	128,4	125	4,5	0,01406	257,5
25	2	29,4	42,3	128,4	125	4,5	0,02813	515,1
25	2	29,4	71,7	102,8	100	3,0	0,015	274,7
Итого: 0,05719 $V = 52,0 \%$								
Постав № 8: $d = 16$ см, $L = 4,5$ м, $q = 0,11$ м ³ , $m = 15093$								
Первый проход								
100	1	102,8	51,4	124	–	–	–	–
25	2	29,4	80,8	102,8	100	1,5	0,0075	113,2
Второй проход								
25	2	27,6	27,6	102,8	100	4,5	0,0225	339,6
25	2	29,4	57,0	102,8	100	4,5	0,0225	339,6
25	2	29,4	86,4	102,8	100	1,0	0,005	75,5
Итого: 0,0575 $V = 52,3 \%$								
Постав № 9: $d = 14$ см, $L = 4,5$ м, $q = 0,084$ м ³ , $m = 24320$								
Первый проход								
100	1	102,8	51,4	98	–	–	–	–
Второй проход								
25	1	25,8	12,9	102,8	100	4,5	0,01125	273,6
25	2	29,4	42,3	102,8	100	4,5	0,02250	547,2
25	2	29,4	71,7	102,8	100	1,0	0,005	121,6
Итого: 0,03875 $V = 46,1 \%$								
Постав № 9: $d = 14$ см, $L = 4,5$ м, $q = 0,084$ м ³ , $m = 4847$								
25×100 (р.ш.) = 0,03875								
Общий объем: $0,03875 \times 4847 = 187,8$ м ³								

Основные правила составления поставов:

- поставы должны быть симметричными;
- толщина досок от оси бревна к его периферии должна уменьшаться;
- в одном поставе не должно быть досок, различающихся по толщине менее чем на 5 мм;
- на краю постава не предусматривать выпилку более двух тонких досок (19,16 мм);
- из бревен диаметрами 42 см и более выпиливать два или три бруса;
- начинать составление поставов следует с пиломатериалов наиболее крупных по сечению размеров;
- при необходимости получения большого количества тонких досок в постав следует планировать доски двойной или тройной кратной толщины с последующим раскромом их на делительных станках с учетом пропила и припуска на усушку;
- при составлении поставов по заданной спецификации необходимо преимущественно использовать распиловку с брусковкой, как обеспечивающую наиболее полное выполнение спецификации пиломатериалов;
- высоту бруса на первом проходе необходимо выбирать по ширине ведущих в спецификации толщин досок (толстые доски указанного сечения);
- пропиленная плоть бруса на втором проходе должна распиливаться на доски одинаковой толщины;
- размеры крайних досок постава определяются заданными минимальными размерами по спецификации;
- составленный постав не должен превышать величины предельного охвата диаметра бревна поставом.

Пример составления поставов

Выделяем из спецификации пиломатериалов (см. табл. 2.2) основные доски поставов. К основным следует отнести все доски толщиной 32 мм и более. Ширины этих досок определяют толщину бруса.

Расчетный диаметр бревен (d_p) для выпилки основных досок определяется из условия:

$$d_p = 1,4H ,$$

где H – толщина бруса, см.

Данные по выбору диаметра бревен заносятся в таблицу 2.4.

Таблица 2.4

Ведомость выбора диаметров бревна

Размеры досок, мм		Толщина бруса, мм	Диаметр бревен, см		Допускаемые отклонения
Толщина	Ширина		расчетный	принятый	
50	175	175	25	28; 24	$H = (0,6-0,8)d$
32	150	150	21	24; 20	$H = (0,6-0,8)d$
32	125	125	18	20; 16	$H = (0,6-0,8)d$

Примечание. Принятый диаметр бревен выбирается в соответствии с таблицей 2.1.

Составление поставов следует начинать с наиболее толстых и широких досок (50×175), выпиливаемых из наиболее крупного диаметра бревен (28 см).

Определим предельный охват диаметра бревна поставом, см:

$$E_{пред} = \sqrt{D^2 - b_{\min}^2 - (D^2 - d^2) \frac{l_{\min}}{L}},$$

где D – комлевой диаметр бревна, см: $D = d + SL$;

d – вершинный диаметр бревна, см;

S – сбеги (1 см/м);

L – длина бревна, м;

b_{\min} – минимальная ширина доски по спецификации (см. табл. 2.2) см;

l_{\min} – минимальная длина доски в соответствии с ГОСТом 24454–80.

$$E_{пред} = \sqrt{32,5^2 - 10^2 - (32,5^2 - 28^2) \frac{1}{4,5}} = 29,93 \text{ (см)} = 299 \text{ (мм)}$$

Таким образом, в соответствии с величиной предельного охвата диаметра бревна поставом суммарная величина толщин досок в поставе первого прохода с припусками на усушку и пропил не должна превышать 299 мм для диаметра бревен 28 см.

Ширину пропила принимают 3,6 мм, припуски на усушку устанавливаются по таблице приложения 2 для влажности пиломатериала 22 %.

Первый проход

В центр постава устанавливается брус толщиной 175 мм. Толщины боковых досок за брусом выбирают из спецификации тонких пиломатериалов 25 мм и менее.

Расход ширины постава при выпилке бруса определяется по формуле, мм:

$$E_{\text{бр}} = H + Y_n + 2p,$$

где Y_n – усушка, мм

p – ширина пропила, мм.

$$E_{\text{бр}} = 175 + 4,4 + 2 \cdot 3,6 = 186,6.$$

Далее определяется остаток допускаемой величины постава, из которого выпиливаются боковые доски, мм:

$$E_{\text{ост}} = E_{\text{пред}} - E_{\text{бр}};$$

$$E_{\text{ост}} = 299 - 186,6 = 112,4.$$

Боковые доски могут быть толщиной 25 и 19 мм. Они устанавливаются в постав симметрично относительно пластей бруса. Подбором определяем, что в остаток постава можно установить 2 доски толщиной 25 мм и 2 доски – 19 мм.

Рассчитывается расход ширины постава на боковые доски, мм:

$$E_{\text{бок}} = h_i n_i + Y_i n_i + p n,$$

где h_i – толщина боковых досок, мм;

Y_i – усушка на боковые доски, мм;

n_i – количество досок одинаковой толщины, шт.;

n – общее количество боковых досок, шт.

$$E_{\text{бок}} = 25 \cdot 2 + 0,8 \cdot 2 + 19 \cdot 2 + 0,6 \cdot 2 + 3,6 \cdot 4 = 105,2.$$

Полный расход ширины постава первого прохода, мм:

$$E_i = E_{\text{бр}} + E_{\text{бок}} = 186,6 + 105,2 = 291,8.$$

Полученный постав первого прохода:

$$19 - 25 - 175 - 25 - 19.$$

Второй проход

Во втором проходе брус распиливается на доски основной толщины 50 мм и боковых толщин, аналогично первому проходу, 25 и 19 мм. Необходимо получить как можно больше досок размерами 50×175 мм, выпиливаемых из пласти бруса. Ширина пласти бруса определяется по графику-квадранту (рис. 1) на пересечении окружности вершинного диаметра бревна и половины расхода ширины постава на брус ($186,6:2 = 93,3$ мм).

По графику эта величина составляет 222 мм. Количество досок толщиной 50 мм, которые можно выпилить из бруса, укрупненно можно

определить из соотношения $222 : 50 = 4,5$ шт., следовательно, в постав второго прохода можно установить 4 доски толщиной 50 мм.

Расход ширины постав на эти доски составит, мм:

$$E_{50} = 4 \cdot 50 + 4 \cdot 1,5 + 5 \cdot 3,6 = 244.$$

Аналогично составлению поставов в первом проходе определяются размеры и количество боковых досок второго прохода, мм:

$$E_{ост} = E_{пред} - E_{50} = 299 - 224 = 75.$$

В оставшуюся часть постав можно установить только две доски толщиной 25 мм. Полный расход постав второго прохода, мм:

$$E_{II} = E_{50} + E_{бок} = 244 + 2 \cdot 25 + 2 \cdot 0,8 + 2 \cdot 3,6 = 282,8.$$

Постав второго прохода:

$$25 - 50 - 50 - 50 - 50 - 25.$$

Аналогичным образом составляются остальные поставки после определения необходимого количества бревен, распиливаемых данным поставом. Расчет количества бревен приводится ниже в разделе «Расчет поставов». Размеры боковых досок и их количество в поставе в дальнейшем согласовывается с необходимым их объемом в годовой программе.

Пример расчета поставов к плану раскроя сырья

При расчете поставов определяются ширины и длины досок, а также их объем и объемный выход при известных толщинах пиломатериалов, диаметрах и длинах бревен.

Определение ширин и длин досок производится с помощью графика-квадранта и все расчеты заносятся в таблицу 2.3. Изображение постав на графике-квадранте показано на рисунке 1 и 2.

Расчет поставов необходимо выполнять одновременно с составлением плана раскроя (табл. 2.5).

Пояснения по заполнению таблицы 2.4:

графа 3 заполняется из условия, что расход ширины постав (R_i) на одну доску равен, мм:

сердцевинная доска или брус (в нечетном поставе):

$$R_c = h_{c(бp)} + Y_{c(бp)},$$

центральная доска (в нечетном поставе):

$$R_y = \frac{1}{2} P + h_o + Y_o,$$

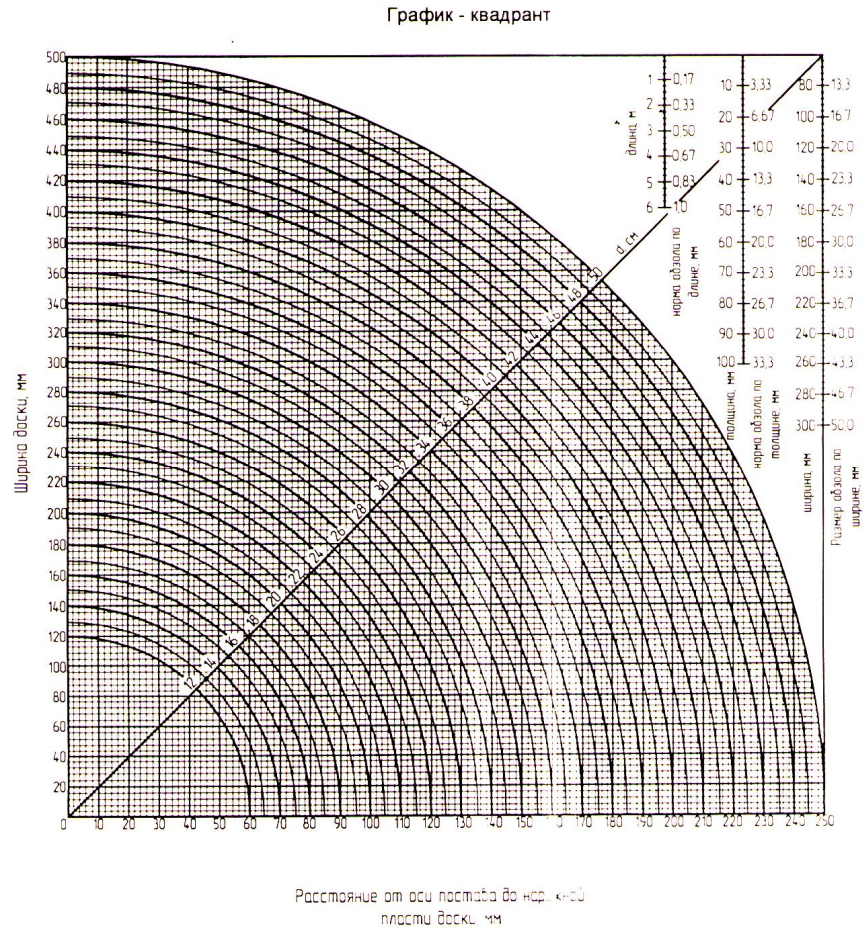


Рис. 1. График-квадрант

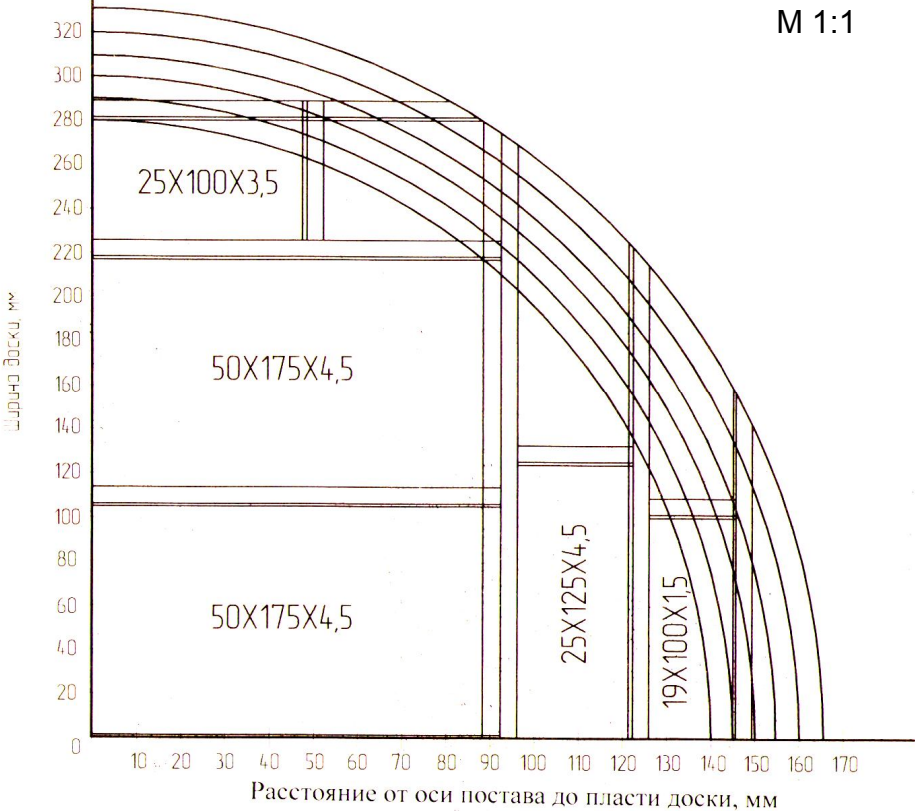


Рис. 2. Изображение постава на графике-квадранте

Таблица 2.5

План раскроя сырья

№ постава	Диаметр бревен, см	Потребное количество бревен, шт.	Постав	Задано пиломатериалов						
				Сечением, мм						
				50×175	32×150	32×125	25×125	25×100	25×р.ш.	19×р.ш.
				Объемом, м ³						
				3000	2250	2250	1500	1500	3750	750
1	28	14848	19-25-175-25-19 25-50-50-50-50-25	2338,6	—	—	—	—	417,6 259,8	84,6
2	24	5596	25-175-25 19-19-50-50-50-19-19	661,1	—	—	—	—	70,0	117,0
3	24	19924	19-19-150-19-19 25-32-32-32-32-32-25	—	2152	—	—	—	298,9	577,3
4	20	1516	25-150-25 25-25-32-32-32-25-25	—	98,1	—	—	—	11,4 50,2	—
5	20	31250	25-125-25 25-32-32-32-32-25	—	—	2250	—	—	468,8 312,5	—
6	20	10469	25-125-25 25-25-25-25-25-25-25	—	—	—	736	—	157,0 104,7	—
7	16	18316	125 25-25-25-25-25	—	—	—	772,6	—	274,7	—
8	16	15093	25-100-25 25-25-25-25-25	—	—	—	—	679,2	113,2 75,5	—
9	14	24320	-100- 25-25-25-25-25	—	—	—	—	820,8	121,6	—
9	14	4847	—	—	—	—	—	—	187,8	—
Выполнено				2999,3	2250,1	2250	1508,6	1500	2923,7	778,9
Перевыполнено				—	0,1	—	8,6	—	—	28,9
Недовыполнено				0,7	—	—	—	—	826,3	—

боковая доска:

$$R_{\delta} = P + h_{\delta} + Y_{\delta},$$

где $h_{c(\delta p)}$, h_u , h_{δ} – толщины бруса или доски, мм;
 $Y_{c(\delta p)}$, Y_u , Y_{δ} – усушки на соответствующую доску или брус, мм;
 P – ширина пропила, мм.

Графа 4 определяется последовательным сложением данных графы 3.

Расчетная ширина доски (графа 5) определяется по графику-квадранту на пересечении величин графы 4 и окружности вершинного диаметра бревна. Ширина доски при этом не должна быть меньше заданной в спецификации. Длина таких досок равна длине бревна. Крайние боковые доски получают укороченными и сначала задается их ширина из спецификации с припуском на усушку (графа 5), а затем определяется их длина по графику-квадранту, учитывая, что расстояние между соседними окружностями равно длине доски в 1 м. Стандартная длина доски устанавливается с градацией 0,25 м.

Во втором проходе ширина досок, выпиливаемых из пласти бруса, равна толщине бруса. Графа 5 при этом заполняется с припуском на усушку. Длина этих досок равна длине бревна. Размеры боковых досок определяются по выше приведенной методике.

Объем досок из одного бревна (графа 8) рассчитывается как произведение толщины, ширины, длины и количества одинаковых досок в поставе. Графа 9 определяется произведением данных графы 8 и количества бревен (m), распиливаемых в этом поставе. Объемный выход (V) определяется как отношение суммарного объема досок, полученных в первом и втором проходах к объему одного бревна и умноженное на 100 %.

Необходимое количество бревен (m) для выполнения спецификации определяется по основному сечению пиломатериалов следующим расчетом. Из одного бревна диаметром 28 см можно выпилить 4 доски 50×175 мм. По заданию (см. табл. 2.2) этих досок должно быть 76181 шт., следовательно, бревен потребуется в 4 раза меньше, т.е. 19045 шт. В спецификации пиловочного сырья (см. табл. 2.1) такого диаметра всего 14848 шт. В этом случае необходимо недостающее количество досок 50×175 (16789) допилить из бревен диаметром 24 см, рассчитав потребное их количество. Постав при распиловке бревен диаметром 24 см должен быть рассчитан вновь, так как изменяется ширина пласти бруса и предельный охват диаметра бревна поставом. Как видно из таблицы 2.3, из нового диаметра бревен можно выпилить только три доски толщиной 50 мм. Таким образом, необходимое количество бревен этого диаметра для допиливания досок размерами 50 × 175 мм составляет $16789 : 3 = 5596$ шт.

Оставшиеся бревна диаметром 24 см распиливаются на следующее по размеру основное сечение досок 32 × 150 мм. Размеры боковых досок устанавливаются по потребности спецификации.

Не следует допускать большого перевыполнения или невыполнения задания по выпуску пиломатериалов.

Спецификация пиломатериалов считается выполненной, если спецификационный выход пиломатериалов (C) составляет 94–98 %.

$$C = \frac{Q - (P + H)}{Q} 100 \%,$$

где Q – общий объем полученных досок, м³;
 P – объем перевыполненных досок, м³;
 H – объем невыполненных досок, м³.

Последовательная распиловка бревен диаметрами от большего к меньшему обеспечивает четкость и правильность составления плана раскроя, а значит и рационального использования сырья. На предприятии планы раскроя составляются каждый раз при изменении задания по выпуску пиломатериалов или при изменении сырьевой базы.

3. Расчет баланса раскроя сырья

Баланс древесины в лесопилении складывается из объемного выхода основной пилопродукции (обрезные и необрезные пиломатериалы, обапол, мелкая пилопродукция, тарные, мебельные и др. заготовки), щепы, опилок, а также потерь на усушку и распыл (т.е. безвозвратных отходов).

В балансе древесины не учитываются внебалансовые отходы: кора (8–12 %) и припуски по длине (0,5–1,0 %).

Состав компонентов баланса древесины в зависимости от принятой технологии может быть различным. Некоторая часть статей баланса (мелкая пилопродукции, обапол и др.) может видоизменяться или же вообще отсутствовать.

Процентное соотношение компонентов баланса также может изменяться в зависимости от размерной и качественной характеристики пиловочного сырья, точности сортировки бревен, способов распиловки, охвата диаметра бревна и бруса поставками, точности ориентирования и базирования бревен и брусьев перед распиловкой, применяемых поставов, состояния оборудования и околорамной механизации, толщин пил, точности обрезки и торцовки досок и др.

Таким образом, баланс древесины в проекте составляется индивидуально для каждой размерной группы бревен и средний для годовой программы по раскрою сырья.

Баланс составляется в процентном и объемном соотношении компонентов. Форма баланса древесины приведена в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Баланс древесины

Компоненты баланса	Диаметр бревен, см						Средний на программу	
	d_1		d_2		d_n			
	%	м ³	%	м ³	%	м ³	%	м ³
Пиломатериалы (заготовки)	V_1	Q_{v1}	V_2	Q_{v2}	V_n	Q_{vn}	V_{cp}	Q
Технологическая щепы	T_1	Q_{T1}	T_2	Q_{T2}	T_n	Q_{Tn}	T_{cp}	Q_T
Отсев от щепы	T_0	Q_{T0}	T_0	Q_{T0}	T_{0n}	Q_{T0}	$T_{o\ cp}$	Q_{m0}
Опилки	O_1	Q_{O1}	O_2	Q_{O2}	O_n	Q_{On}	O_{cp}	Q_O
Усушка и распыл	P	Q_n	P	Q_n	P	Q_n	P	Q_n
Итого	100	$Q_{\Sigma 1}$	100	$Q_{\Sigma 2}$	100	$Q_{\Sigma n}$	100	Q_{Σ}

Пояснения к таблице 3.1.

V_1, V_2, \dots, V_n – объемный выход пилопродукции, в %, определяется при расчете поставов (см. табл. 2.3);

V_{cp} – средневзвешенный объемный выход пилопродукции, в %, определяется по формуле:

$$V_{cp} = \frac{V_1 P_1 + V_2 P_2 + \dots + V_n P_n}{100},$$

где P_1, P_2, \dots, P_n – процентное содержание бревен каждой размерной группы в общем сырье;

O_1, O_2, \dots, O_n – процентное содержание опилок при раскросе сырья, которое рассчитывается по каждому поставу.

Потери древесины в опилки (м³) при формировании толщины, ширины и длины досок можно определить по приведенным ниже формулам.

Распиловка вразвал

Объем опилок, полученных при раскросе бревен:

$$Q_{oi} = 0,73 d_{cp} Z l_{cp} P.$$

Объем опилок, полученных при обрезке досок:

$$Q_{oj} = h_{cp} l_{cp} P_{об} 2n_{об}.$$

Объем опилок, полученных при торцовке досок:

$$Q_{ок} = h_{cp} B_{cp} P_T 2n_{тор}.$$

Общий объем потерь древесины в опилки:

$$Q_o^1 = Q_{oi} + Q_{oj} + Q_{ок},$$

где d_{cp} – диаметр бревна посередине его длины, м;

$$d_{cp} = d + S \frac{L}{2},$$

d – диаметр бревна в вершине, м;

S – сбеги (0,01 м/м);

L – длина бревна, м;

Z – количество пропилов в поставе i -го, бревна;

l_{cp} – средняя длина досок в поставе, м;

P – ширина пропила лесопильных рам, м (0,0036);

h_{cp}, l_{cp} – средняя толщина и длина досок, поступающих на обрезку;

$P_{об}$ – ширина пропила при обрезке досок, м (0,0045);

$n_{об}$ – количество досок, подвергающихся обрезке кромок, шт.;

h_{cp}, B_{cp} – средняя толщина и ширина торцуемых досок в поставе, м;

P_T – ширина пропила торцовочного станка, м (0,005);

$n_{тор}$ – количество торцуемых досок, шт.

Распиловка с брусом

$$Q_o^{\Pi} = Q_{oi}^1 + Q_{oi}^2 + Q_{oj} + Q_{ок},$$

где Q_{oi}^1, Q_{oi}^2 – объем опилок, полученный при распиловке на лесопильных рамах, соответственно в первом и втором проходах, м³:

$$Q_{oi}^1 = 0,63 d_{cp} Z^1 l_{cp} p,$$

$$Q_{oi}^2 = 0,95 H_{бр} Z^2 l_{cp} p,$$

где $H_{бр}$ – толщина бруса, м;

Z^1, Z^2 – количество пропилов соответственно в первом и втором проходах при распиловке бревна или бруса.

В процентном отношении объем опилок определится по формуле:

$$O_i = \frac{Q_o^{1(\Pi)} 100}{q_i},$$

где q_i – объем бревна, м³ (прил. 1).

Средний объем опилок (O_{cp}) рассчитывается как средневзвешенная величина:

$$O_{cp} = \frac{O_1P_1 + O_2P_2 + \dots + O_nP_n}{100}.$$

Величина безвозвратных потерь (P) на усушку и распыл принимается по нормативным данным и составляет около 6 %.

В балансе предусмотрен компонент – отсев от щепы после переработки кусковых отходов в технологическую щепу на рубительных машинах. Процент отсева от технологической щепы (T_o), выражающий некондиционную фракцию, может быть принят для укрупненного расчета баланса 2,3 % от объема сырья.

Кусковые отходы (горбыли, рейки, отрезки) могут быть переработаны в мелкую пилопродукцию или технологическую щепу.

В данном примере баланса все кусковые отходы переработаны в щепу.

Вычисление процентного содержания щепы в балансе древесины целесообразно вычислять по формуле:

$$T_i = 100 - (V_i + O_i + P + Ti).$$

Содержание баланса в объемном исчислении (m^3) определяется по процентному соотношению компонентов в объеме сырья каждой размерной группы, распиленной по конкретным поставкам, ($Q_{г1}$, $Q_{г2}$, ..., $Q_{гn}$) и всей программы в целом ($Q_{г}$).

В заключительной части раздела по составлению баланса древесины должны быть указаны мероприятия, позволяющие увеличить процентное содержание более ценных компонентов (пилопродукции) и снизить объем отходов и потерь при раскросе сырья [1, с. 127–131].

4. Расчет производительности и количества оборудования в технологическом потоке производства пиломатериалов

4.1. Выбор оборудования

На основании заданной спецификации пиловочного сырья и способа раскроса бревен на пиломатериалы необходимо выбрать оборудование, отвечающее условиям производства и обеспечивающее высокую производительность, комплексную переработку сырья, механизацию и автоматизацию операций, безопасные условия работы.

При выборе оборудования следует руководствоваться положениями, изложенными в учебных пособиях [1–7] и методических указаниях [8, 12].

Выбор типа оборудования определяется экономической целесообразностью его использования для переработки сырья определенных диаметров при заданном объеме производства, для раскря низкокачественных бревен, пораженных гнилью и имеющих кривизну, для получения пилопродукции определенного назначения.

В одном цехе возможна организация нескольких специализированных поточных линий с различным оборудованием в зависимости от объемов переработки, размерно-качественного и породного состава пиловочного сырья.

Типы оборудования, применяемые в лесопильном производстве для раскря сырья и пиломатериалов, приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1

Оборудование, применяемое для выполнения основных технологических операций в лесопильном цехе

Операции	Способ раскря	Типы оборудования
Продольный раскря бревен и брусьев на доски	Групповой (вразвал, с брусоской, развально- и брусоско-сегментный)	Вертикальные лесопильные рамы, фрезернопильные станки и агрегаты, многопильные, круглопильные и ленточнопильные станки
	Индивидуальный (круговой, секторный, сегментный, параллельно образующей бревна).	Однопильные круглопильные и ленточнопильные станки, горизонтальные ленточнопильные станки.
	Индивидуальный раскря по заданным схемам	Круглопильные станки «Гризли», «КА-РА», «Молома-200», «Барс»
Продольный раскря досок – обрезка	Параллельно оси доски	Двухпильные и многопильные обрезные и фрезерно-обрезные станки.
	Параллельно сбеку доски	Однопильные круглопильные станки
Поперечный раскря досок – торцовка	Формирование стандартной длины доски и вырезка пороков	Торцовочные устройства проходного и позиционного типов

Техническая характеристика оборудования лесопильных цехов приводится в литературе [1–8].

Для рационального и комплексного использования сырья в технологическом потоке лесопильного производства предусматривается окорка пиловочника и переработка отходов. Для выполнения указанных операций

выбирается тип окорочных станков и оборудование для переработки кусковых отходов (горбылей, реек и отрезков) либо на мелкую пилопродукцию, обапол и технологическую щепу, либо только на технологическую щепу определенного назначения. При выработке мелкой продукции и обапола устанавливаются ребровые однопильные круглопильные и торцовочные станки. Для переработки отходов на щепу используются рубительные машины и сортировочные устройства для щепы. Техническая характеристика оборудования для переработки отходов и возможные направления использования вторичных ресурсов изложены в учебных и справочных пособиях [1–8].

После определения типа и марок технологического оборудования необходимо подробно изучить вопросы его эксплуатации, выбора инструмента, способов и приспособлений для его подготовки и установки в станке, выбрать околостаночные средства механизации операций.

Для изучения вопросов необходимо как минимум использовать литературу, список которой приводится в данном методическом указании.

Далее рассчитывается количество оборудования для проектирования определенного технологического потока.

4.2. Расчет оборудования для распиловки бревен и брусьев

Производительность головных станков проходного типа

К станкам проходного типа относятся многопильное оборудование для распиловки бревен и брусьев, такое как вертикальные лесопильные рамы, многопильные ленточнопильные и круглопильные станки, линии агрегатной переработки бревен (ЛАПБ) и фрезернопильные станки и линии.

Производительность таких станков определяется по формуле:

$$A_i = \frac{U_i T K_p K_m q_i}{L_i},$$

где A_i – сменная производительность оборудования при распиловке сырья i -го диаметра, м³/см;

U_i – скорость подачи бревен i -го диаметра в распиловку, м/мин (принимается по технической характеристике оборудования);

T – время смены, мин (480);

q_i – объем бревна i -го диаметра, м³ (прил. 1);

L_i – длина бревна i -го диаметра, м (по заданию);

K_p – коэффициент использования рабочего времени станка (0,85);

K_m – коэффициент использования машинного времени (0,9).

Для вертикальных лесопильных рам скорость подачи бревен выражается через посылку, т.е. величину подачи бревна за один полный ход пильной рамки или за один оборот коренного вала рамы. Расчет производительности лесопильных рам приведен далее.

Производительность головных станков позиционного типа

К станкам позиционного типа относятся однопильные станки для распиловки бревен и брусьев (ленточнопильные вертикальные и горизонтальные, круглопильные с одной пилой и с двумя или тремя пилами, расположенными взаимно перпендикулярно).

Производительность определяется по формуле:

$$A_i = \frac{T}{t_{\text{ци}}} K_p q_i,$$

где $t_{\text{ци}}$ – время на распиловку бревна по поставу, мин.

Время на распиловку бревна по поставу ($t_{\text{ци}}$) можно представить в виде суммы времени, которое затрачивается непосредственно на пиление t_n , и вспомогательного времени $t_{\text{с}}$, потребного для сброса бревна на тележку $t_{\text{сбр}}$, поворота бревна вокруг оси $t_{\text{нов}}$, на установку бревна по поставу $t_{\text{узм}}$, на дополнительный ход тележки для подведения бревна к пиле и его отвод от пилы после пиления $t_{\text{дон}}$, на холостой ход тележки t_x и сброс остатка от распиленного бревна t_o , т.е.:

$$t_{\text{ци}} = t_n + t_{\text{с}};$$

$$t_{\text{с}} = t_{\text{сбр}} + t_{\text{нов}} Z + t_o + Z(t_{\text{узм}} + t_{\text{дон}} + t_x),$$

где t_n – время на пиление, определяется в зависимости от скорости подачи по формуле:

$$t_n = \frac{L_i Z}{U_p},$$

где L_i – длина бревна, м;

U_p – скорость подачи на рабочем ходу при пилении, м/мин;

Z_i – количество пропилов в i -м поставе.

Величина скорости подачи (U_p) принимается по наименьшему из значений скорости, допустимой для обеспечения требуемого качества распиловки и скорости подачи по мощности привода станка.

Для расчетов можно принять среднюю величину U_p м/мин [5, 6].

На современных вертикальных ленточнопильных станках время на пиление составляет в среднем 30–40 % от общего времени на распиловку бревна $t_{\text{ци}}$.

Исходя из этого, с некоторым приближением время на распиловку бревна (мин) можно определить по формуле:

$$t_{\text{ци}} = \frac{L_i Z_i}{0,3 U_p}.$$

Производительность лесопильных рам

Производительность лесопильных рам обычно определяют в кубических метрах распиленного сырья, пользуясь выражением:

$$A_i = \frac{\Delta_i n T K_p K_m}{1000 L_i} q_i,$$

где Δ_i – расчетная посылка, мм/об;

n – частота вращения коренного вала рамы, мин⁻¹ (из технической характеристики);

T – время смены, мин (480);

L_i – длина бревна, м (из задания);

q_i – объем бревна i -го диаметра, м³ (прил. 1);

K_p – коэффициент использования рабочего времени (0,93);

K_m – коэффициент использования машинного времени (0,93).

При определении производительности рам очень важно правильно установить величину расчетной посылки. Как известно, при распиловке бревен посылка должна обеспечить устойчивую работу пил, требуемое качество пиломатериалов (шероховатость пропиленной поверхности) и рациональное использование мощности привода лесопильной рамы. За расчетную посылку принимается наименьшая из величин посылок, определенных по производительности пил, качеству распиловки и мощности привода. Установленная таким образом посылка не должна превышать максимальную конструкционную посылку, указанную в технической характеристике рамы.

Расчет посылок

Посылка по производительности пилы (Δ_p) зависит от технических характеристик режущего инструмента:

$$\Delta_p = \frac{HF}{t \sigma h_{\text{max}}},$$

где H – высота хода пильной рамки, мм;

F – площадь впадины зуба пилы, мм² (табл. 4.2);

t – шаг зубьев пилы, мм (см. табл. 4.2);

σ – коэффициент напряженности впадины зуба (0,83);

h_{max} – максимальная высота пропила на середине длины бревна, мм;

при распиловке вразвал

$$h_{\max} = d_{cp} ;$$

при распиловке с брусовкой

$$h_{\max} = \sqrt{d_{cp}^2 - H_{бр}^2} ,$$

где d_{cp} – диаметр бревна на середине его длины, мм;
 $H_{бр}$ – высота бруса, мм (принимается по поставкам).

Таблица 4.2

Рекомендуемый шаг зубьев

Способ распиловки	Диаметр бревна или толщина бруса, см	Шаг зубьев, мм t	Площадь впадины зуба, мм ² F
Распиловка вразвал или с брусовкой на два бруса	До 20	26	285
	22–32	32	430
	34 и более	40	615
Распиловка с брусовкой на один брус	До 16	22	205
	18–30	26	285
	32–42	32	430
	44 и более	40	615
Распиловка брусьев на рамах второго ряда	До 14	22	205
	16–22	26	285
	24–36	32	430

Посылка по качеству пропиленной поверхности зависит от группы качества распиловки, величины подачи бревна на один зуб пилы и количества зубьев пилы, участвующих в распиловке, и определяется по формуле:

$$\Delta_u = \frac{H}{t} U_z ,$$

где U_z – величина подачи бревна на один зуб пилы, мм (табл. 4.3).

Таблица 4.3

Величина подачи бревна на один зуб пилы, мм

Группа качества распиловки	Шаг зубьев, мм 22	Шаг зубьев, мм 26, 32, 40
I	$\frac{1,5}{1,7}$	$\frac{1,6}{1,8}$
II	$\frac{1,65}{1,9}$	$\frac{1,75}{2,0}$
<i>Примечание.</i> В числителе приведены значения для кедра, в знаменателе – для сосны, ели, пихты, лиственницы		

Посылка по мощности привода лесопильной рамы может быть определена по формуле:

$$\Delta_N = \frac{612 \cdot 10^4 N_{np} Y}{K_{y\partial} n p \Sigma h},$$

где N_{np} – мощность привода лесопильной рамы, кВт (из технической характеристики);

Y – коэффициент полезного действия лесопильной рамы (0,8);

n – частота вращения коренного вала рамы, мин⁻¹ (из технической характеристики);

p – ширина пропила, мм;

Σh – сумма высот пропилов при распиловке бревен, мм.

$$\Sigma h = 10 d_{cp} Z C,$$

где d_{cp} – диаметр бревна на середине его длины, см;

C – коэффициент постова, принимаемый при распиловке вразвал – 0,8, при распиловке с брусковкой – 0,65;

Z – количество пропилов при распиловке бревна в первом проходе.

При распиловке брусьев

$$\Sigma h = 10 H_{\partial p} Z_1,$$

где Z_1 – количество пропилов при распиловке бруса;

$K_{y\partial}$ – удельная работа резания древесины;

$$K_{y\partial} = K_1 + \frac{0,02h_{\max}}{p} + \frac{a_p P_3}{U_z},$$

где K_1 – постоянное давление передней грани зуба на древесину, кг/мм², составляющее для сосны, ели, пихты 3,5, для кедра – 2,4; для лиственницы – 4,3;

a_p – поправочный коэффициент на затупление зубьев пил, принимаемый после 1 ч работы – 1,3, после 2 ч – 1,5, после 3 ч – 1,75, после 4 ч – 2,0;

p_3 – удельное усилие на трение и деформацию задней гранью зуба на 1 мм ширины лезвия: для кедр – 0,50; для сосны, ели и пихты – 0,72 кг/мм; для лиственницы – 1,3; бука – 1,3–1,5; для дуба 1,5–1,6;

h – максимальная высота пропила на середине длины бревна, мм, определяется по приведенной выше формуле.

Расчетная производительность головных станков является определяющей величиной при расчете количества оборудования.

4.3. Расчет количества головного оборудования

Необходимое количество бревнопильных станков определяют по количеству рамо-смен (станко-смен), потребных для распиловки сырья по плану раскроя.

Расчет количества рамо- (станко-) смен проводится на распиловку 1000 м³ сырья по отдельным поставам.

Составляется таблица распределения сырья по поставам при переработке 1000 м³ (табл. 4.4).

Количество поставов в таблице должно соответствовать поставам по плану раскроя сырья. Процентное содержание сырья высчитывается в зависимости от потребного количества бревен, распиленных по конкретным поставам, поэтому диаметры бревен в таблице могут повторяться, если для одного и того же диаметра были составлены разные поставки.

Таблица 4.4

Распределение сырья по поставам в объеме 1000 м³

№ постава	Диаметр бревна, см	Процентное содержание сырья в общем объеме	Объем сырья по поставам в 1000 м ³
1	d_1	p_1	a_1
2	d_2	p_2	a_2
3	d_3	p_3	a_3
4	d_4	p_4	a_4
5	d_5	p_5	a_5
Итого	–	100	1000

Необходимое количество эффективных рамо- (станко-) смен для распиловки сырья по поставкам можно определить по формуле:

$$m_i = \frac{a_i}{A_i},$$

где m_i – потребное количество эффективных рамо- (станко-) смен для выполнения работ по поставу;

a_i – объем сырья в 1000 м³, подлежащий распиловке по поставу, м³;

A_i – сменная производительность рам (станков), м³/см.

Общее количество эффективных рамо- (станко-) смен для распиловки 1000 м³ сырья находят суммированием количества рамо- (станко-) смен по поставам:

$$m = \sum_{i=1}^n m_i^{\sigma},$$

где $\sum_{i=1}^n m_i^p$ – количество рамо- (станко-) смен при распиловке вразвал.

При распиловке с брусочкой каждое бревно пропускают через лесопильные станки 2 раза, поэтому количество установленных рамо- (станко-) смен должно быть увеличено вдвое.

Для расчета количества станков определяется потребное число установленных рамо- (станко-) смен.

$$m_{ycm} = 2 \sum_{i=1}^n m_i^{\sigma}$$

Количество рамо- (станко-) смен, необходимое для распиловки годового объема сырья, определяется по формуле:

$$m_{год} = \frac{Q_c m_{ycm}}{1000},$$

где Q_c – объем сырья, подлежащий распиловке в течение года, м³.

Расчетное количество станков (рам) при известном режиме цеха определяется из выражения:

$$R_y = \frac{m_{год}}{NK_{\Gamma}},$$

где N – количество смен работы каждого станка в году (500);

K_{Γ} – коэффициент использования станков в году, учитывающий остановку оборудования на капитальный ремонт (0,9).

В отдельных случаях требуется определить количество (м^3) сырья, которое можно распилить на установленном оборудовании. Для этого используется формула:

$$Q_c = \frac{1000NR_y K_r}{m_{уст}}$$

Приведенные расчеты должны быть оформлены в табличной форме (табл. 4.5).

Процент загрузки оборудования определяется отношением расчетного количества станков к принятому фактическому количеству (R_ϕ).

Фактическое количество установленных станков принимается с допустимой перегрузкой не более 3 %.

Например, если расчетное количество станков $R_y = 2,06$, тогда фактическое количество можно принять $R_\phi = 2$.

$$П_3 = \frac{R_y}{R_\phi} 100$$

$$П_3 = \frac{2,06}{2} 100 \% = 103 \%$$

Таблица 4.5

Расчет потребного количества рамо- (станко-) смен

№ по- става	Диаметр бревна, см	Расчетная посылка, мм/об	Произво- дитель- ность, $\text{м}^3/\text{см}$	Способ раскря	Количество рамо- (станко-) смен	
					эффе- ктивных	уста- новлен- ных
1	d_1	Δ_1	A_1	Вразвал	m_1^p	m_1^p
2	d_2	Δ_2	A_2	Вразвал	m_2^p	m_2^p
3	d_3	Δ_3	A_3	С брусав- кой	m_3^6	$2m_3^6$
4	d_4	Δ_4	A_4	С брусав- кой	m_4^6	$2m_4^6$
5	d_5	Δ_5	A_5	С брусав- кой	m_5^6	$2m_5^6$
Итого					$\sum m_{эф}$	$\sum m_{уст}$

4.4. Расчет станков в потоке за головным оборудованием

Для синхронизации работы оборудования в лесопильном потоке расчет оборудования для обрезки и торцовки досок ведется по ритму головных станков.

Ритм работы бревнопильных станков определяется временем, необходимым для распиловки бревна по поставу (мин):

$$r_i = \frac{L_i}{U_i K_m},$$

где L_i – длина бревна, м;

U_i – скорость подачи, устанавливаемая в соответствии с диаметром распиливаемых бревен, м/мин;

K_m – коэффициент использования машинного времени бревнопильного станка (0,9).

Для лесопильной рамы

$$r = \frac{1000 L_i}{\Delta_i n K_m}.$$

Для однопильных станков

$$r = \frac{L_i}{U_p} Z,$$

где U_p – скорость подачи на рабочем ходу при пилении, м/мин;

Z – количество резов по составу.

Расчет ритма станков сводится в форму (табл. 4.6.)

Таблица 4.6

Ритм работы головного оборудования

№ по- става	Диаметр бревна, см	Длина бревна, м	Расчетная посылка, мм/об	Ритм работы станка, мин
1	d_1	L_1	Δ_1	r_1
2	d_2	L_2	Δ_2	r_2
3	d_3	L_3	Δ_3	r_3
4	d_4	L_4	Δ_4	r_4
5	d_5	L_5	Δ_5	r_5

Количество потребного количества оборудования в любой операции процесса зависит от ритма головного оборудования и определяется по формуле:

$$C_i = \frac{t_{on.i}}{r_i},$$

где C_i – потребное количество станков для выполнения операции, шт.;
 $t_{on.i}$ – затраты времени на выполнение работ по поставу, мин.

$$t_{on.i} = \frac{Q_{ном.i}}{A_{cm}},$$

где $Q_{ном.i}$ – объем работ в данной операции по поставу;

для обрезающего станка:

$Q_{ном}$ – суммарная длина досок, в м, поступающих с одного постава на об-
 резку;

для торцовочного станка:

$Q_{ном}$ – суммарное количество досок, в шт., поступающих с одного постава
 на торцовку;

A_{cm} – производительность обрезающего или торцовочного станков, соответ-
 ственно, м/мин или шт/мин;

производительность обрезающего станка, м/мин:

$$A_{cm} = UK_m,$$

где U – скорость подачи обрезающего станка, м/мин (из технической характе-
 ристики);

K_m – коэффициент машинного времени станка, определяемый по фор-
 муле:

$$K_m = \frac{l_{cp}}{l_{cp} + t_b \frac{U}{60}},$$

где l_{cp} – средняя длина доски в поставе, м;

t_b – неперекрываемое вспомогательное время выполнения операции об-
 резки – 2 с;

производительность торцовочного станка позиционного типа, шт/мин:

$$A_{cm} = \frac{60}{t_{\text{ц}}},$$

где $t_{\text{ц}}$ – время на выполнение операции торцовки (8 с);

производительность торцовочного станка проходного типа, шт/мин:

$$A_{cm} = \frac{UK_b}{a},$$

где U – скорость движения цепей, м/мин, (14,6);

K_b – коэффициент заполнения цепей, (0,8);

a – расстояние между упорами, м (0,6).

Расчет количества оборудования сводится в специальную форму (табл. 4.7).

Таблица 4.7

Расчет количества обрезающих (торцовочных) станков
в лесопильном потоке

№ поставы	Диаметр бревна, см	Ритм, мин	Произв. обрезно- го (торц.) станка	Объем работ по поставу, м (шт.)	Время на выпол- нение	Количество станков	
						расчетное	принятое
1	d_1	r_1	A_{cm}	$Q_{ном1}$	$t_{он1}$	C_1	C_1^n
2	d_2	r_2	A_{cm}	$Q_{ном2}$	$t_{он2}$	C_2	C_2^n
3	d_3	r_3	A_{cm}	$Q_{ном3}$	$t_{он3}$	C_3	C_3^n
4	d_4	r_4	A_{cm}	$Q_{ном4}$	$t_{он4}$	C_4	C_4^n
5	d_5	r_5	A_{cm}	$Q_{ном5}$	$t_{он5}$	C_5	C_5^n

Фактическое количество станков в потоке принимается по наиболее загруженному поставу.

Процент загрузки станка:

$$\Pi = \frac{C_i}{C_i^n} 100.$$

Транспортное оборудование и оборудование околостаночной механизации выбирается в зависимости от состава вспомогательных операций по рекомендации, указанной в специальной литературе [3, с. 283–337, 4–8].

4.5. Расчет оборудования для переработки кусковых отходов на технологическую щепу

Для измельчения кусковых отходов в щепу применяют рубительные машины различных марок. Характеристика рубительных машин и возможности их использования в лесопильном производстве должны быть изучены по литературе [2, с. 246; 3, с. 450; 4, 8].

Производительность рубительных машин (пл. м³/см) может быть определена по формуле:

$$A_m = 60KfK_1nzt/T,$$

где K – коэффициент загрузки машины (0,5);

f – площадь поперечного сечения загрузочного патрона, м²;

K_1 – коэффициент заполнения патрона древесиной (0,2);

n – частота вращения диска, мин⁻¹;

z – число ножей на диске, шт.;

l – длина щепы, м;

t – время смены, ч.

Количество рубительных машин определяется из выражения:

$$R_m = \frac{Q_m + Q_{mo}}{NA_m},$$

где $Q_m + Q_{mo}$ – объем кусковых отходов, м³, перерабатываемых на щепу, принимается по данным баланса сырья (см. табл. 3.1);

N – количество смен работы машины в году (500 – при двухсменной работе цеха и 250 – при односменной).

Сортировочные устройства для щепы

Сортировка щепы производится на гиррационных сортировочных устройствах [3, с. 452, 4, 8].

Производительность сортировочной установки (нас. м³/см) определяется по формуле:

$$A_c = A_r^{табл}TK_pK_{загр},$$

где $A_r^{табл}$ – часовая производительность сортировки в насыпных м³, указанная в технической характеристике;

T – время смены в часах (8);

K_p – коэффициент использования рабочего времени (0,75);

$K_{загр}$ – коэффициент загрузки сортировки (0,5).

Количество сортировочных устройств определяется по формуле:

$$C_y = \frac{(Q_m + Q_{mo})K_n}{NA_c},$$

где K_n – коэффициент перевода плотных кубометров древесины в насыпные (2,5).

4.6. Расчет окорочных станков

Для окорки древесины применяют окорочные станки роторного типа. Назначение окорки древесины, эксплуатационные характеристики станков необходимо изучить по литературе [2, с. 137; 3, с. 235, 4, 8].

Производительность окорочных станков ($\text{м}^3/\text{см}$) определяется по формуле:

$$A_i = \frac{U_i T K_p K_m K_n q_i}{L_i},$$

где U_i – скорость подачи бревен i -го диаметра, м/мин (из технической характеристики станка);

T – время смены в минутах (480);

K_p – коэффициент использования рабочего времени (0,85);

K_m – коэффициент повторности пропуска бревен (0,5);

q_i – объем бревна, м^3 ;

L_i – длина бревна, м.

Количество окорочных станков может быть рассчитано, исходя из потребного количества станко-смен, необходимых для окорки сырья.

Потребное количество станко-смен определяется из выражения:

$$C_{mi} = \frac{Q_i}{A_i},$$

где Q_i – объем сырья i -го диаметра в годовой программе, м^3 ;

A_i – производительность станка при окорке i -го диаметра, $\text{м}^3/\text{см}$.

Общее количество станко-смен определяется суммой:

$$C_m = \sum C_{mi}.$$

Расчетное количество станков определяется из выражения:

$$O_k = \frac{C_m}{N},$$

где N – количество рабочих смен в году (500).

Процент загрузки станка:

$$П = \frac{O_k^p}{O_k^h} 100 \%,$$

Проведенные выше расчеты являются основанием для проектирования лесопильного цеха, в котором необходимо установить оборудование в непрерывный поток производства пиломатериалов. Количество единиц технологического оборудования должно соответствовать расчетным цифрам. Транспортное межстаночное оборудование выбирается в зависимости от типа головных станков и проектируемой схемы переработки сырья. Схемы лесопильных потоков с разным видом оборудования приведены в специальной литературе [4–7]. В данных методических указаниях для примера приводится план двухрамного лесопильного цеха.

Описание технологического процесса двухрамного лесопильного цеха

В лесопильном цехе, план второго этажа которого показан на рисунке 3, предусматривается распиловка бревен со 100 % брусковкой. В цехе установлено следующее технологическое оборудование: лесопильная рама первого ряда для распиловки бревен, лесопильная рама второго ряда для распиловки бруса, обрезные станки для обрезки обзолных кромок необрезных досок, торцовочные станки для формирования стандартной длины пиломатериалов и вырезки недопустимых пороков и дефектов из досок. Круглые лесоматериалы подаются в цех продольным цепным конвейером БА-3М (3) и сбрасываются с него на впередирамную тележку ПРТ8-2Д (1) сбрасывателем СБР-75 (2). При помощи зажимных клещей тележки бревно закрепляется, разворачивается, центрируется по поставу и подается на передние вальцы рамы, которые обеспечивают подачу бревна на пилы во время процесса раскроя. Бревно освобождается от зажимных клещей за полтора метра до конца распиловки и происходит возврат тележки за следующим сортиментом. Полученная продукция (брус, необрезные доски и горбыли) после выхода из лесопильной рамы первого ряда 2Р75-1 (7) попадают на двухсекционный рольганг-разделитель ПРД-75 (6). Короткие горбыли и опилки удаляются сразу за рамой при помощи люка (6). Брус отделяется от необрезных досок направляющими ножами (5) и попадает на рольганг только после того, как его вытолкнет из ножей следующий брус. Необрезные доски и длинные горбыли к этому времени успевают пройти за передний конец бруса на вторую секцию рольганга до упора (15), по которому свинчиваются на поперечный цепной конвейер ТЦП-5 (14). Брус, перемещаясь по рольгангу, доходит до упора (11) и брусоперекладчиком БРП-75 (9) передается на рольганг-манипулятор ПРДВ-75 (8) перед рамой второго ряда 2Р75-2 (12), где центрируется по поставу и при помощи устройства (10) подается в распиловку. Продукция, полученная при раскрое на раме второго ряда (обрезные и необрезные доски) поступают на позадирамный рольганг ПРДП-75 (13), имеющий разделительные шины, внутри которых перемещаются обрезные пиломатериалы к ленточному конвейеру КЛС40-50 (19), выносящему их на сортировочную площадку,

расположенную за лесопильным цехом. Необрезные доски и длинные горбыли, оказавшиеся за шинами, свинчиваются на поперечный конвейер (14) и вместе с досками от рамы первого ряда перемещаются к роликовому столу (16) для подачи в обрезной станок Ц2Д-7А (17) для обрезки кромок. Длинные горбыли сбрасываются в люк перед обрезным станком. За обрезным станком установлено рейкоотделительное устройство (18), посредством которого рейки сбрасываются в люки (21), а обрезные доски перемещаются к навесному рольгангу ПРДН-5 (22) и подаются на браковочно-торцовочный стол, оснащенный торцовочными станками позиционного типа ЦКБ-40 (20). Оторцованные доски далее по ленточному конвейеру перемещаются на сортировочную площадку.

Сортировочные площадки представляют собой полумеханизированные или механизированные поперечные цепные конвейеры, служащие для перемещения досок к подстопным местам складирования продукции различных размерно-качественных групп. Распределение досок и их укладка на подстопные места или в карманы-накопители производятся механизированно или вручную. Технология сортировки сырых пиломатериалов подробно изложена в литературе [4, 6, 7, 9–12].

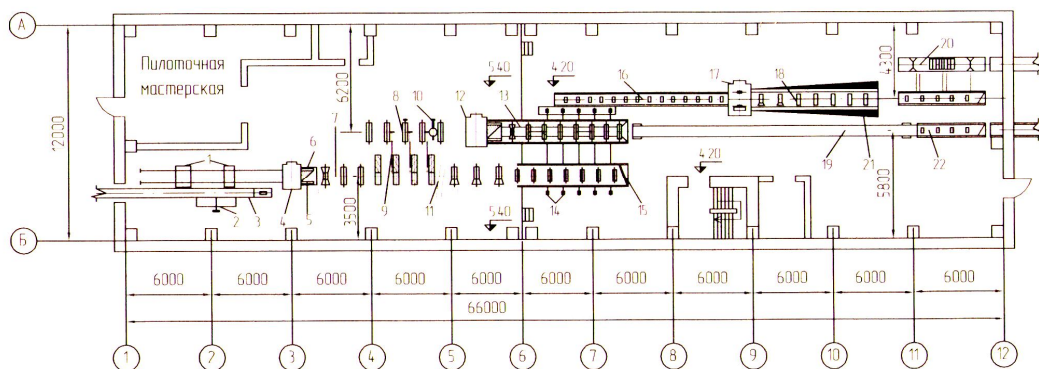


Рис. 3. План второго этажа четырехрамного лесопильного цеха для распиловки сырья по брусово-развальному способу на длиномерные обрезные доски

Все отходы лесопильного производства сбрасываются на нижний этаж цеха через люки, расположенные непосредственно за технологическим оборудованием. Опилки попадают на скребковые транспортеры, выносятся за пределы цеха и сыплются в бункер, который по мере накопления разгружается. Опилки в дальнейшем могут использоваться в гидролизном производстве или для изготовления древесно-стружечных плит. В большинстве случаев опилки применяются в сельском хозяйстве или продаются населению. Твердые отходы (горбыли, рейки и отрезки от досок) скидываются на ленточные конвейеры и могут подаваться в рубительную машину для переработки в технологическую щепу либо удаляются из цеха и далее используются как топливо. Из горбыля в зависимости от его размеров может вырабатываться обapol, который поставляется для крепления горных выработок.

Приложения

Приложение 1

Объемы круглых лесоматериалов

Толщина, см	Длина, м							
	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
10	0,026	0,031	0,037	0,044	0,051	0,058	0,065	0,075
12	0,038	0,046	0,053	0,063	0,073	0,083	0,093	0,103
14	0,052	0,061	0,073	0,084	0,097	0,110	0,123	0,135
16	0,069	0,082	0,095	0,110	0,124	0,140	0,155	0,172
18	0,086	0,103	0,120	0,138	0,156	0,175	0,194	0,21
20	0,107	0,126	0,147	0,17	0,19	0,21	0,23	0,26
22	0,130	0,154	0,178	0,20	0,23	0,25	0,28	0,31
24	0,157	0,184	0,21	0,24	0,27	0,30	0,33	0,36
26	0,185	0,21	0,25	0,28	0,32	0,35	0,39	0,43
28	0,22	0,25	0,29	0,33	0,37	0,41	0,45	0,49
30	0,25	0,29	0,33	0,38	0,42	0,47	0,52	0,56
32	0,28	0,33	0,38	0,43	0,48	0,53	0,59	0,64
34	0,32	0,37	0,43	0,49	0,54	0,60	0,66	0,72
36	0,36	0,42	0,48	0,54	0,60	0,67	0,74	0,80
38	0,39	0,46	0,53	0,60	0,67	0,74	0,82	0,90
40	0,43	0,50	0,58	0,66	0,74	0,82	0,90	0,99
42	0,47	0,56	0,64	0,73	0,81	0,90	1,00	1,08
44	0,52	0,61	0,70	0,80	0,89	0,99	1,09	1,20
46	0,57	0,67	0,77	0,87	0,98	1,06	1,19	1,30
48	0,62	0,73	0,84	0,95	1,06	1,16	1,30	1,41
50	0,67	0,79	0,91	1,03	1,15	1,28	1,41	1,54

Величины усушки пилопродукции смешанной распиловки из древесины ели, пихты для конечной влажности от 5 до 35 %

Номиналь- ный размер пилопро- дукции, мм	Конечная влажность пилопродукции, %							
	от 5 до 7	от 8 до 10	от 11 до 13	от 14 до 16	от 17 до 19	от 20 до 22	от 23 до 25	от 35 до 37
13	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,1
16	1,0	0,9	0,9	0,6	0,7	0,6	0,5	0,1
19	1,1	1,0	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,1
22	1,2	1,2	1,1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,2
25	1,4	1,2	1,1	1,1	0,9	0,8	0,7	0,2
28	1,5	1,4	1,4	1,2	1,1	0,9	0,8	0,2
32	1,7	1,6	1,4	1,3	1,1	1,0	0,8	0,2
40	2,1	2,0	1,7	1,6	1,4	1,2	1,0	0,2
45	2,3	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2	0,3
50	2,5	2,4	2,2	2,0	1,8	1,5	1,3	0,3
56	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	1,7	1,5	0,3
60	3,0	2,8	2,6	2,4	2,1	1,8	1,6	0,4
63	3,1	2,9	2,8	2,5	2,2	1,9	1,6	0,4
66	3,3	3,1	2,9	2,6	2,3	2,0	1,7	0,4
70	3,4	3,2	3,0	2,8	2,5	2,1	1,8	0,4
75	3,7	3,5	3,3	3,0	2,6	2,3	2,0	0,5
80	3,9	3,7	3,5	3,2	2,8	2,4	2,1	0,5
90	4,4	4,2	3,9	3,6	3,2	2,7	2,3	0,5
100	4,8	4,6	4,2	3,7	3,4	2,8	2,4	0,5
110	5,3	5,0	4,6	4,0	3,5	3,0	2,6	0,7
120	5,8	5,4	5,1	4,4	3,8	3,3	2,9	0,7
125	6,0	5,6	5,1	4,7	4,0	3,4	3,0	0,8
150	7,1	6,7	5,9	5,2	4,6	3,9	3,3	0,8
160	7,6	7,1	6,2	5,3	4,7	4,1	3,5	0,8
170	8,1	7,6	6,7	5,7	5,0	4,4	3,7	0,9
180	8,5	8,0	7,0	6,1	5,2	4,4	3,8	0,9
190	9,0	8,4	7,3	6,4	5,5	4,7	4,0	0,9
200	9,4	8,9	7,8	6,7	5,8	4,9	4,2	1,0
210	9,9	9,2	8,1	7,1	6,1	5,2	4,4	1,0
220	10,4	9,7	8,5	7,4	6,4	5,4	4,6	1,1
250	11,8	10,9	9,7	8,4	7,3	6,2	5,3	1,2
270	12,7	11,6	10,1	8,6	7,6	6,5	5,4	1,4
300	14,1	12,6	10,9	9,3	8,2	7,1	6,0	1,5

**Выписка из ГОСТ 24454-80 «Пиломатериалы
хвойных пород. Размеры»**

1. Стандарт распространяется на обрезные и необрезные пиломатериалы хвойных пород и устанавливает требования к размерам пиломатериалов, используемых для нужд народного хозяйства и экспорта.

2. Стандарт не распространяется на резонансные и авиационные пиломатериалы, а также пиломатериалы хвойных пород черноморской сортировки.

3. Номинальные размеры толщины и ширины обрезных пиломатериалов с параллельными кромками и толщины необрезных и обрезных пиломатериалов с непараллельными кромками должны соответствовать указанным в таблице.

Номинальные размеры толщины и ширины пиломатериалов, мм

Толщина пиломате- риалов, мм	Ширина пиломатериалов, мм								
	75	100	125	150	—	—	—	—	—
16	75	100	125	150	—	—	—	—	—
19	75	100	125	150	175	—	—	—	—
22	75	100	125	150	175	200	225	—	—
25	75	100	125	150	175	200	255	250	275
32	75	100	125	150	175	200	255	250	275
40	75	100	125	150	175	200	255	250	275
44	75	100	125	150	175	200	255	250	275
50	75	100	125	150	175	200	255	250	275
60	75	100	125	150	175	200	255	250	275
75	75	100	125	150	175	200	255	250	275
100	—	100	125	150	175	200	255	250	275
125	—	—	125	150	175	200	255	250	—
150	—	—	—	150	175	200	255	250	—
175	—	—	—	—	175	200	255	250	—
200	—	—	—	—	—	200	255	250	—
250	—	—	—	—	—	—	—	250	—
<i>Примечание.</i> По требованию потребителя допускается изготавливать пиломатериалы с размерами, не указанными в таблице									

4. Ширина узкой пласти, измеренная в любом месте длины необрезных пиломатериалов, должна быть:

- для толщин от 16 до 50 мм не менее 50 мм;
- для толщин от 60 до 100 мм не менее 60 мм;
- для толщин от 125 до 300 мм не менее 0,6 толщины.

Ширина пласти обрезных пиломатериалов с непараллельными кромками в узком конце должна быть:

- для толщин от 16 до 50 мм не менее 50 мм;
- для толщин от 60 до 100 мм не менее 60 мм;
- для толщин от 125 до 300 мм не менее 0,7 толщины.

5. Номинальные размеры пиломатериалов по толщине и ширине установлены для древесины влажностью 20 %. При влажности древесины более или менее 20 % фактические размеры толщины и ширины должны быть более или менее номинальных размеров на соответствующую величину усушки (по ГОСТу 6782.1-75).

6. Номинальные размеры длины пиломатериалов устанавливают:

- для внутреннего рынка и экспорта – от 1,0 до 6,5 м с градацией 0,25 м; для изготовления тары – от 0,5 м с градацией 0,1;
- для мостовых брусев – 3,25 м;
- для экспорта – от 0,9 до 6,3 с градацией 0,3 м.

7. Предельные отклонения от номинальных размеров пиломатериалов устанавливают по длине (мм) – ...+50 и –25; по толщине, мм: при размерах до 32 включительно – ... ±2,0; более – 100 ...±3,0.

Размеры пиломатериалов лиственных пород ГОСТ 2695-83

Длины пиломатериалов:

- из твердых лиственных пород – от 0,5 до 6,5 м с градацией 1,0 м;
- из мягких лиственных пород и березы – от 0,5 до 2,0 с градацией 0,1 м; от 2,0 до 6,5 м – с градацией 0,25 м.

Толщины пиломатериалов, мм: 19, 22, 25, 32, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100.

Ширины пиломатериалов, мм:

- обрезных – 60, 70, 80, 90, 100, 110, 130, 150, 180, 200;
- необрезных и односторонне обрезных – от 50 мм и более с градацией через 10 мм. Ширина узкой пласти их должна быть не менее 40 мм.

Номинальные размеры по толщине и ширине установлены для древесины влажностью 20 %.

Нормы допускаемых величин обзола в обрезных пиломатериалах
в соответствии с ГОСТом 8486-86 и 2695-83

Пиломатериалы					
Отборного сорта	1 сорта	2 сорта	3 сорта	4 сорта	
1	2	3	4	5	
Для хвойных пород (ГОСТ 8486-86)					
Допускается только тупой обзол при условии, что пропиленная часть каждой стороны пиломатериала в долях ширины стороны без ограничения по длине составляет не менее:			Допускаются тупой и острый обзолы при условии, что пласти пропилены по всей длине не менее, чем на 1/2 ширины, а кромки пропилены не менее чем на 3/4 длины		
5/6	5/6	5/6			2/3
и местный обзол на кромках при условии пропила кромки – не менее					
2/3	2/3	2/3			1/3
на протяжении не более					
1/6	1/6	1/6	1/4		
длины пиломатериала					
Для лиственных пород (ГОСТ 2695-83)					
Допускается тупой обзол на каждой стороне пиломатериала в долях ширины стороны не более:					
0,2		0,3	0,5		
Острый обзол допускается на каждой кромке не более					
		0,25	0,4		
длины пиломатериала					
<i>Примечание.</i> Обрезные пиломатериалы, соответствующие по всем показателям требованиям определенного сорта, но с обзолом, превышающим установленную норму для этого сорта, допускается переводить в необрезные с сохранением сортности					

Список литературы

1. Калитеевский, Р.Е. Технология лесопиления / Р.Е. Калитеевский. – М., 1986.
2. Песоцкий, А.Н. Лесопильное производство / А.Н. Песоцкий. – М., 1970.
3. Аксенов, П.П. Технология пиломатериалов / П.П. Аксенов. – М., 1976.
4. Богданов, Е.С. Справочник по лесопилению / Е.С. Богданов. – М., 1980.
5. Шейнов, А.И. Технологические требования, предъявляемые к основному лесопильному оборудованию / А. И. Шейнов. – Л., 1982.
6. Уласовец, В.Г. Технологические основы производства пиломатериалов / В. Г. Уласовец. – Екатеринбург, 2002.
7. Азаренок, В.А. Основы технологии лесопиления на предприятиях лесного комплекса / В.А. Азаренок, Г.Н. Левинская. – Екатеринбург, 2002.
8. Левинская, Г.Н. Выбор технологического и транспортного оборудования в лесопильно-деревообрабатывающих цехах / Г.Н. Левинская. – Екатеринбург, 1992.
9. Уласовец, В.Г. Организация и технология лесопильного производства / В.Г. Уласовец. – Екатеринбург, 2001.
10. Покотило, В.П. Пособие по раскрою пиловочного сырья / В.П. Покотило. – М., 1974.
11. Левинская, Г.Н. Составление и расчет поставок к плану раскроя / Г.Н. Левинская. – Екатеринбург, 2004.
12. Ясинский, В.С. Комплексный анализ баланса древесины в лесопилении / В.С. Ясинский. – М., 1988.

Содержание

Введение	3
1. Исходные данные к курсовому проекту (работе)	5
2. Методические указания по выполнению курсового проекта (работы)	9
2.1. Составление спецификаций сырья и пиломатериалов	9
2.2. Анализ возможности выполнения спецификации пиломатериалов из сырья	11
2.3. Выбор и обоснование способов раскроя бревен	11
2.4. Составление и расчет поставов	12
3. Расчет баланса раскроя сырья	23
4. Расчет производительности и количества оборудования в технологическом потоке производства пиломатериалов	26
4.1. Выбор оборудования	26
4.2. Расчет оборудования для распиловки бревен и брусьев	28
4.3. Расчет количества головного оборудования	33
4.4. Расчет станков в потоке за головным оборудованием	36
4.5. Расчет оборудования для переработки кусковых отходов на технологическую щепу	39
4.6. Расчет окорочных станков	40
Приложение	43
Список литературы	48